(Aus der Augenabteilung der kant. Krankenanstalt Aarau.
[Oberarzt: Dr. *A. Vogt.*])

Untersuchungen über Häufigkeit und Lokalisation von beginnenden Linsentrübungen bei 302 über 60 Jahre alten Personen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Medizinischen Fakultät der Universität Basel

vorgelegt von

Theodor Barth,
Arzt aus Scanfs, Graubünden
Assistent an der kant. Krankenanstalt Aarau.

ACAD. LUGD. BAT. BIBL.

BERLIN 1914.
VERLAG VON S. KARGER
KARLSTRASSE 15.

Von der Medizinischen Fakultät Basel genehmigt
auf Antrag von Professor *Mellinger*.

Sonder-Abdruck aus der
Zeitschrift für Augenheilkunde. Bd. XXXII (1914).

Inhaltsverzeichnis.

I. Einleitung 5

II. Bisherige Untersuchungen über Art und Lokalisation des Altersstars 5

III. Bisherige Untersuchungsmethoden 10

IV. Kritik der bisherigen Untersuchungen 12

V. Eigene Untersuchungen 15

A. Unsere Untersuchungsmethode 16

B. Resultate unserer Untersuchungen an Lebenden . 17

1. Häufigkeit der Linsentrübungen 17
2. Parallelismus mit anderen Leiden 18
3. Parallelismus mit anderen Alterserscheinungen 18
4. Verschiedene Formen der Linsentrübungen . 18
5. Lage der Trübungen in Bezug auf die Linsenkapsel 19
6. Verteilung der Trübungen auf die verschiedenen Regionen der Linse 20
7. Uebergänge von Kernzeichnung in wirkliche Trübungen 21
8. Gleichzeitiges Auftreten und gleiche Art und Lokalisation der Trübungen in beiden Augen 22
9. Uebereinstimmung unserer Resultate mit denen Försters 22
10. Alterstrübungen der Linse bei Leuten unter 60 Jahren 22

C. Resultate der Untersuchungen von Leichenlinsen . 22

VI. Zusammenfassung 24

Literaturverzeichnis 24

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546707_0172

I. Einleitung.

Die vorliegende Arbeit hatte in erster Linie den Zweck, die Häufigkeit der Cataracta senilis bei über 60 Jahre alten Personen festzustellen, da eine derartige Statistik unseres Wissens bisher nicht besteht. Wenn auch schon Vermutungen ausgesprochen worden sind, daß der Altersstar nach dem 60. Jahre keine seltene Erscheinung sei, so ist diese Behauptung bis jetzt doch noch nie durch eine statistische Untersuchung erwiesen worden.

Bei dieser Gelegenheit stellten wir unsere Beobachtungen über die Lokalisation der Trübungen vergleichend zusammen und sind in mancher Beziehung zu Resultaten gelangt, welche mit der heute herrschenden Auffassung über den Beginn des Altersstars in Widerspruch stehen.

II. Die bisherigen Untersuchungen über Art und Lokalisation des Altersstars.

Förster beginnt seine im Jahre 1857 veröffentlichte Arbeit „Zur pathologischen Anatomie der Katarakt" mit den Worten: „Die Sektionen von 72 Augen mit beginnenden Linsentrübungen, welche Leichen von 54—87 Jahren entnommen waren, haben mir das Resultat geliefert, daß die sog. Alterskatarakt nur sehr selten im Zentrum der Linse ihren Anfang nimmt, noch weniger dagegen in den äußersten Kortikalschichten dicht unter der Kapsel, sondern stets in einer Schicht, welche der Oberfläche des Kerns unmittelbar auflagert."

Den Vorgang bei der Bildung der Alterstrübungen schildert er folgendermaßen:

„Zunächst differenziert sich die normalerweise von innersten gelben Kern bis zur äußersten klaren Kortikalschicht in stetigen Uebergängen zusammengesetzte Linse deutlich in einen gelben klaren Kern und in die von diesem jäh abgesetzte klare glashelle Kortikalschicht. Die Scheidung markiert sich am Kernäquator unter dem Mikroskop wenigstens teilweise durch eine scharfe, feine Grenzlinie. Die Mächtigkeitsverhältnisse zwischen Kern und Kortex bleiben dabei nahezu dieselben wie in der normalen Linse, d. h. also die Kortikalschicht ist am mächstigsten in der Aequatorialebene, hier hat sie eine Dimension von $^1/_6$—$^1/_4$ des Linsenradius; gegen die Pole hin nimmt sie an Mächtigkeit ab, und zwar ist sie am dünnsten am hinteren, etwas stärker am vorderen Linsenpole. Diese Scheidung der beiden Substanzen tritt nicht immer an allen Punkten der Kernoberfläche gleichzeitig ein, sondern öfters nur partiell, dann am häufigsten zuerst an der untern Peripherie der Linse. Gleichzeitig mit der Differenzierung, und mit ihr wohl

in einem kausalen Zusammenhang stehend, zeigen sich Trübungen in der Linsensubstanz. Dieselben liegen zunächst stets als eine dünne Schicht der Kernoberfläche auf und beschränken sich im Anfange auf eine schmale Zone zu beiden Seiten des Kernäquators. Sie entstehen auf Kosten der Rindensubstanz und wachsen bei ihrer Zunahme gleichsam in diese hinein."

Förster unterscheidet vier Hauptformen, unter denen die Trübungen auftreten: Kurze schmale weiße konzentrische Striche, dünne flache weiße Wölkchen, weiße meridionale Streifen (die nicht selten den Lauf der Linsenfasern in spitzem Winkel kreuzen) und neblige Zeichnungen.

Die Wolken und Streifen treten zuerst meist nur in der unteren Linsenhälfte auf und gewöhnlich mehr in den hinteren Schichten.

Förster stellte ferner fest, daß die einzelnen Trübungsstreifen, welche in den vorderen Rindenschichten wahrzunehmen sind, nicht hart hinter der Pupillarebene liegen, sondern von dieser durch eine Schicht klarer Rindensubstanz getrennt sind.

Diese Anfänge des Altersstars findet *Förster* in den Linsen alter Leute außerordentlich häufig. Unter 30 Linsen alter Leute, welche an zufälligen Krankheiten gestorben waren, fand er nur 8 mal keine Trübungen.

Eine vollständige Bestätigung fanden die *Förster*schen Untersuchungen durch die an einem reichen Material von Flächen- und Schnittpräparaten vorgenommenen Untersuchungen *Beckers* (1883).

Derselbe schreibt: „Die bei schwacher Vergrößerung angestellten mikroskopischen Untersuchungen *Försters* an ganzen kataraktösen Linsen habe ich an einem reichen Material von Flächen- und Schnittpräparaten wiederholen können." „Das erste im Leben wahrnehmbare Zeichen einer beginnenden Alterskatarakt sind feine, das Licht total reflektierende Spalten in den tiefen Rindenschichten."

Als Ursache der Lückenbildung nimmt er eine pathologische Schrumpfung des Kerns an. Den Grund, daß diese Lücken in der Regel in den äquatorial gelegenen Rindenschichten auftreten, sieht er darin, daß die Kapsel und Rinde in polarer Richtung dem sich verkleinernden Durchmesser des Kerns leichter folgen kann, als in äquatorialer, wo die Zonula Zinnii einen Gegenzug ausübt. Der Lücken- und Spaltbildung in der Rindensubstanz würde eine, das Maß des Physiologischen überschreitende Kernschrumpfung vorausgehen. Dafür spricht ihm die Angabe *Priestley Smiths*, daß Linsen mit beginnendem Star kleiner sein sollen als gleichaltrige klare. Während *Förster* annimmt, daß sich zuletzt auch der Kern diffus trübe, ist *Becker* der Ansicht, daß der Kern stets klar bleibt, wofür ihm auch das Verhalten der Kerne *Morgagni*scher Katarakte spricht.

Zu ganz anderen Resultaten kam auf Grund *klinischer* Beobachtungen *Magnus* (1889). Unter 166 beginnenden Staren findet er den Beginn am Kernäquator nur 11 mal, 154 mal dagegen am Linsenäquator. In einer späteren Arbeit findet er den Ausgang der Linsentrübungen in 83 pCt. vom Linsenäquator, in 9 pCt. von den Polen der Linse und nur in 8 pCt. vom Aequator des Linsenkerns, Auch ihm fällt auf, daß die Trübungen häufiger in der unteren Linsenhälfte beginnen.

Schön (1889) fand, daß dreiviertel sämtlicher Staraugen hypermetropisch oder astigmatisch seien. Er sah die Refraktionsanomalie als die Ursache der Starbildung an und zog den Schluß, daß durch die Anspannung der Zonulafasern bei der Akkommodation das Epithel gezerrt und zur Wucherung gereizt werde, wodurch die ersten Trübungen entstehen würden.

In der 20. Versammlung der ophthalmologischen Gesellschaft in Heidelberg im Jahre 1889 erwiderte *Kuhnt* auf die Ausführungen *Schöns*: „Durch diese Annahme würde alles über den Haufen geworfen, was bisher über Stargenese geschrieben worden ist, auch jene vieltausendfältig gemachte Beobachtung, daß die Kataraktbildung nie an der Kapsel selbst, sondern immer in der Rinde, in einiger Entfernung von der Kapsel beginnt."

Leutschmann (1883) glaubte die Ursache des Greisenstares in der chronischen Nephritis entdeckt zu haben. Andere Untersucher konnten seine Angaben nicht bestätigen. *Becker* wendete ein: „Bei der Häufigkeit, in welcher bei alten Leuten Nephritis vorkommt, ist damit nicht bewiesen,

daß ein kausaler Zusammenhang zwischen beiden Momenten besteht.“ *Ewetzky* fand bei Starkranken nicht häufiger Albuminurie als bei gleichaltrigen Personen ohne Linsentrübung.

v. Michel (1881) sah im Carotisatherom die Ursache des grauen Stars.

Mooren ging weiter und nahm eine atheromatöse Degeneration der Gefäße der Aderhaut an.

Andere fanden einen Zusammenhang mit dem endemischem Kropf, noch andere mit der Prostatahypertrophie.

Schwitzer (1898) weist an Hand einer Statistik über 4000 Starfälle nach, daß die ultravioletten Strahlen die schädigende Ursache seien.

Römer (1905) lehnt die Bedeutung des Sklerosierungsprozesses ab, indem er als Hauptgrund anführt, daß nur ein kleiner Bruchteil der Menschheit von Altersstar befallen wird. Die gegenteilige Anschauung, daß das Auftreten der Alterskatarakt die Regel ist, bezeichnet er als fatalistisch (nach *Peters*). Als schädigende Ursache sieht *Römer* im Blute gelöste Toxine an.

Im Altwerden des Menschen an und für sich sieht *Greeff* (1901) die Ursache der Starbildung. Er sagt folgendes: „Es scheint mir wohl am einfachsten, die Cataracta senilis hauptsächlich als Alterserscheinung aufzufassen. Damit steht nicht in Widerspruch die Tatsache, daß nicht jeder Mensch am Star erkrankt. Die Linsenfasern sind epitheliale Gebilde, und diese pflegen den Erscheinungen der Seneszenz besonders zu unterliegen. Wie die Haare grau werden, die Zähne zerbröckeln und zerfallen, die Haut runzelig wird, und zwar bei dem einen Menschen viel früher als bei dem anderen, ohne daß eine andere Ursache als eine erbliche Anlage vorzuliegen braucht, so verhornen auch die zentralen Linsenfasern, zerfallen die peripheren molekulär bei dem einen früher als bei dem anderen.

Es ist übrigens eine Seltenheit, wenn man ein Auge von 60 und mehr Jahren genau und in größter Mydriasis untersucht, daß man keine Anfänge des Altersstars findet. Wir würden also alle den grauen Star bekommen, wenn wir es erleben würden.“

Heß (im Handbuch der Augenheilkunde von *Graefe-Saemisch* 1911) sagt:

„Daß das Alter an sich keine befriedigende Erklärung für den Star abgeben kann, geht schon daraus hervor, daß ja nicht alle alten Leute trübe Linsen bekommen, sondern nur ein gewisser Prozentsatz, der freilich, sofern wir auch die ersten Anfänge der Starbildung mit in Betracht ziehen, recht groß ist: bei sorgfältigster Untersuchung von Leuten jenseits des 60. Jahres ist das Fehlen jeglicher Trübung sogar ziemlich selten.“

Bei Besprechung der supranuklearen Trübungen sagt er, es sei seiner Ueberzeugung nach kaum zweifelhaft, daß der Beginn der Trübungen in dieser Gegend viel seltener sei als jener in der subkapsulären Rinde. Infolge dieser Ueberzeugung ist er geneigt, den Altersstar in Analogie zu setzen mit experimentellen Starformen (Naphthalin-Blitz-Massagestar), woraus man Schlüsse auf die Ursache des Altersstars ziehen möchte. Alles dies lege nahe, zu untersuchen, „ob nicht bei der hier in Frage stehenden Form des Altersstars ähnliche Momente wirksam sein können wie dort; daß auch hier unter der Einwirkung von außen in die Linse eindringender Schädlichkeiten zunächst die Epithelzellen der Vorderkapsel in größerem oder geringerem Umfange absterben, und daß durch diese Aenderung der Verhältnisse die zur Trübung führenden Vorgänge in den Linsenfasern eingeleitet werden“. Ueber die klinische und anatomische Begründung dieser Auffassung durch *Heß* siehe unten.

Peters (Pathologie der Linse, *Lubarsch-Ostertag* 1906) betont, daß über das regelmäßige Auftreten des Altersstars die Ansichten noch sehr auseinandergehen. In Bezug auf den Ausgangspunkt der ersten Trübungen neigt er zu wesentlich anderen Anschauungen als *Heß*. Während *Heß* die beim Altersstar zu findenden Epithelveränderungen als ein primäres Moment anzunehmen geneigt ist, glaubt *Peters*, „daß die Schädigung des Kapselepithels sekundär, d. h. durch die Mechanik des Kataraktprozesses entstehen kann“. Und ferner sagt er: „Der Beweis für eine toxische Schädigung des Epithels

bei der subkapsulären Alterskatarakt steht noch aus. Dann muß man aber auch eine Erklärung für die nach meiner Meinung nicht wegzuleugnende Tatsache geben müssen, daß bei supranuklearen Staren im Sinne von *Heß* die komplete subkapsuläre Trübung auszubleiben pflegt, wie auch dort das Epithel und die angrenzende Rinde anatomisch intakt gefunden wird.“ Und weiter: „Das langsame und stetige Fortschreiten der Kernsklerose führt gelegentlich zum Bilde der Cataracta nigra; es kann zur Kernverdichtung ohne Losreißung der Kortikalis kommen, dann entsteht die Linse mit doppeltem Brennpunkt, oder es treten glashelle Speichen auf, die jahrelang klar bleiben, wenn das Kapselepithel die Linse weiterhin zu schützen vermag.“

Elschnig (Med. Klinik 1912) nimmt folgenden Standpunkt ein: „Die Entwicklung des Altersstars halte ich für eine reine Alterserscheinung. Wir wissen, daß die Linse im jugendlichen Alter gleichmäßig weich ist, aber schon um das 20. Lebensjahr sich ein Kern auszubilden beginnt, der sich verdichtet und größer wird. Mit der Verdichtung des Kernes ist wohl Volumsverkleinerung mit verbunden, die jedenfalls mit dem Fortschreiten der Verdichtung auch zunehmen dürfte. Aber die Volumsabnahme wird im normalen Auge wettgemacht oder übertroffen durch die regeneratorische Fähigkeit des Linsenepithels. Wenn dieselbe genügend entwickelt ist, wird die Linse trotz Schrumpfung des Kernes an Volumen nicht abnehmen, eher zunehmen; es wird ja von manchen Autoren (*Priestley Smith*) angenommen, daß die Linse beständig wachse, also im höheren Alter größer sei als in der Jugend. Die Entstehung des Altersstars ist also als ein Mißverhältnis zwischen Verdichtung des Kernes und regeneratorischer Tätigkeit der Linsenepithelien aufzufassen. Daß letztere Mangel leidet, dafür kann die im Greisenalter zurückgehende Vitalität der Gewebe mitverantwortlich gemacht werden. In Exzessen der physiologischen Kernsklerose und dem Ausbleiben der regeneratorischen Tätigkeit der Linsenepithelien liegt die Ursache der Altersstarbildung, sie ist demnach eine reine Alterserscheinung. Wenn dies richtig ist, werden wir natürlich durch keine Therapie die Entwicklung des Altersstars aufhalten können.“

Die neuesten statistischen Arbeiten über den Altersstar beziehen sich hauptsächlich auf das Vorwiegen der Linsentrübungen in der unteren Linsenhälfte, speziell nasal.

Handmanns Arbeit (1909) erstreckt sich auf über 800 Augen mit Cataracta senilis incipiens, Aus dem vorwiegenden Beginn der Alterstrübungen in der unteren Linsenhälfte zieht er Schlüsse auf die Aetiologie des Greisenstars. Einen spezifischen Einfluß der Refraktion ergab seine Statistik nicht. Bei 343 Urinuntersuchungen fand er nur in 13 Fällen Eiweiß. Er findet, daß nur eine lange Beobachtung lehren könne, welches Auge Neigung zur Weiterentwicklung und Reifung des Stars aufweist.

Haubach (1913) hat 120 Staraugen untersucht. Seine Untersuchungen galten lediglich der Frage: Wo beginnt der Altersstar? Auch er findet, daß der Altersstar mit Vorliebe an der unteren Linsenpartie seinen Ausgang nimmt, wobei die nasale vor der temporalen bevorzugt wird und die hintere subkapsuläre Fläche vor der vorderen.

Im folgenden geben wir eine Zusammenstellung der Ansichten über Entwicklung und besonders über die Beurteilung der Reife des Altersstars aus verschiedenen Lehrbüchern der Augenheilkunde.

Bach (im Lehrbuch von *Axenfeld*): „*Solange die Trübung der äußersten Rindenpartien noch verhältnismäßig gering ist*[1]), vermag bei seitlicher Beleuchtung das Licht mehr oder weniger weit in die Linsenrinde einzudringen und wird erst an etwas tiefer gelegenen Schichten in größerer Menge reflektiert. Die Iris wirft dann auf der der Lichtquelle zugewendeten Seite einen breiteren oder schmaleren Schlagschatten, der um so schmaler wird, je weniger tief das Licht in die Linsenrinde eindringen kann und ganz verschwindet, wenn die Trübung bis an die vordere Linsenkapsel heranreicht.“

[1]) Im Original nicht gesperrt.

Vossius: „Solange die Iris noch einen Schlagschatten auf der Trübung entwirft, bezeichnen wir die Katarakt als unreif; *sobald der Schatten fehlt, ist die Rinde bis unter die Kapsel getrübt*[1]) und die Katarakt matur. Bei dichteren, umfangreicheren Trübungen hat man in der Breite des Schlagschattens der Iris ein Mittel, um ihre Lage zur Linsenkapsel zu bestimmen. DerSchlagschatten der Iris wird von der letzteren bei der seitlichen Beleuchtung durch die noch durchsichtigen Teile der Linse auf der getrübten Schicht entworfen. Je schmaler der Schlagschatten ist, desto tiefer liegt die Trübung. Fehlt der Schlagschatten ganz, so kann es sich um eine bis dicht an die Kapsel heranreichende Trübung des Linsenkörpers handeln oder um eine Auflagerung, ein altes Exsudat auf der Kapsel."

Fuchs: *„Solange die Trübung noch nicht an die vordere Linsenkapsel heranreicht*[1]), wirft die Iris einen Schatten auf die Linse. Um diesen zu sehen, halte man ein Licht seitlich neben das Auge. Man sieht dann an der dem Lichte zugewendeten Seite des Pupillarrandes einen schwarzen Schlagschatten. Derselbe entsteht dadurch, daß die trübe Schicht der Linse, auf welche die Iris einen Schatten wirft, in einiger Entfernung hinter der Iris liegt. Je weiter die Trübung nach vorn rückt, um so schmaler wird der Schatten, bis er endlich ganz verschwindet, wenn die Trübung die vordere Kapsel erreicht hat."

Heß (im Handbuch): „Im Stadium der Cataracta intumescens *kann die Trübung der äußersten Rindenpartien verhältnismäßig gering sein*[1]), so daß bei seitlicher Beleuchtung das Licht mehr oder weniger weit in die Linsenrinde einzudringen vermag und erst an etwas tieferen Schichten in größerer Menge reflektiert wird. Die Iris wirft dann auf der der Lichtquelle zugewendeten Seite einen breiteren oder schmaleren Schlagschatten, der um so schmaler wird, je weniger tief das Licht in die Linsenrinde eindringen kann; bei dem im klinischen Sinn reifen Star fehlt er mehr oder weniger vollständig."

Römer: „Ist das Stadium der Reife noch nicht erreicht, so bekommen wir bei seitlicher Beleuchtung den sogenannten Schlagschatten der Iris zu sehen. Demselben ist früher ein höherer klinischer Wert beigemessen worden. Er entsteht dadurch, daß auf der dem Licht zugekehrten Seite *die Lichtstrahlen noch durch eine durchsichtige Rindenschicht hindurchdringen konnten*[1]) und erst von einer tiefer gelegenen Trübungsschicht aufgefangen wurden. Sein Vorhandensein würde ihnen also anzeigen, daß die Katarakt noch nicht im strengen Sinne des Wortes matur ist."

Schmidt-Rimpler: „Im ersten Stadium der sich entwickelnden Starbildung bemerkt man nur einzelne Trübungen in der sonst durchsichtigen Linse, die Kammer hat ihre normale Tiefe. Dann aber nimmt die Linse an Volumen zu, sie wird in größerer Ausdehnung trübe, meist zeigt sie breite, weiße, opaleszierende Sektoren. *Die der Kapsel zunächst liegenden Partien bleiben anfänglich noch durchsichtig*[1]). Als wertvolles Zeichen hierfür dient der Schlagschatten der Iris. Befindet sich seitlich eine Lichtquelle, so werden von dieser aus die Strahlen in die Pupille fallen. Das Auge des Beobachters wird alsdann einen schwarzen Schatten sehen, den die Iris auf die Linsentrübung wirft. Ist hingegen letztere so weit nach vorn vorgeschritten, daß sie die Kapsel und Iris erreicht, so fällt der schwarze Zwischenraum fort: die Iris liegt dicht und ungetrennt auf der grauen Linsentrübung. Es ist demnach die Starreife festgestellt."

Knies (Grundriß der Augenheilkunde 1892): „Das erste, was bei Beginn der Starentwicklung beobachtet wird, pflegt man als Separation des Kernes zu bezeichnen. Namentlich im schrägen durchfallenden Lichte sieht man als schichtstarähnliche Trübung, nur weniger scharf und unregelmäßig, die Grenze zwischen Kern und Rindensubstanz, als Zeichen, daß der Uebergang letzterer in den Kern nicht mehr in der normalen regelmäßigen Weise vor sich geht. Eine positive Trübung ist nicht vorhanden; das Licht wird lediglich unregelmäßig reflektiert an der Stelle, wo verschieden dichte Medien mit verschiedenem Lichtbrechungsvermögen unvermittelt aneinander-

[1]) Im Original nicht gesperrt.

grenzen. Nach einiger Zeit, nach Wochen oder Monaten, beobachtet man, gewöhnlich zuerst im Aequator, das Auftreten von strichförmigen, punktförmigen, wolkigen Trübungen, die bei seitlicher Beleuchtung grau, im durchfallenden Lichte dunkel aussehen. Ihr Sitz ist zwischen Kern und Kortikalis. Die Streifen sind von verschiedener Breite und schließen sich der Linsenstruktur an; sie werden zahlreicher, breiter, oft von eigentümlich graulichem Seidenglanz und rücken allmählich in vorderer und hinterer Kortikalis ins Pupillargebiet vor. *Im Anfang haben die Trübungen, wie gesagt, ihren Sitz zwischen Kern und Kortikalis; man kann z. B. deutlich den Zwischenraum zwischen denselben und dem Pupillarrand erkennen*[1]; der freie Irisrand wirft bei schräger Beleuchtung einen Schatten auf die Trübung. Allmählich aber trübt sich die Kortikalis vollständig, der Schlagschatten der Iris ist nicht mehr sichtbar zu machen; man sagt der Star ist reif."

Schweigger (Handbuch der speziellen Augenheilkunde 1893): „Die häufigste Form von Linsentrübung ist die sogenannte senile Katarakt. Dieselbe beginnt in der Regel in der Nähe des Linsenäquators, und zwar nach *Försters* Untersuchungen mit einer Trübung der dem Linsenkern unmittelbar aufliegenden Schicht der Kortikalis. Es entsteht dort eine Anzahl kurzer strichförmiger Trübungen, oder unregelmäßiger, nebelartiger Flecke, welche bei ophthalmoskopischer Beleuchtung dunkel, bei fokaler Beleuchtung grau erscheinen und allmählich sowohl an Menge als an Größe zunehmen. Gleichzeitig differenziert sich der Linsenkern immer deutlicher von der Kortikalis durch eine mehr oder weniger saturierte gelblich-braune Färbung, wobei jedoch seine Durchsichtigkeit nicht in dem Grade wie die der Kortikalis zu leiden pflegt. *Als reif pflegt man die senile Katarakt zu bezeichnen, wenn die Trübung sich bis in die äußersten Kortikalschichten erstreckt hat*[1])."

Haab (Operationslehre 1904): „In dem zweiten Reifestadium ist die Kortikalis noch unvollständig getrübt, so daß bei der Untersuchung mit seitlichem Licht sich ein Abstand zwischen der Linsentrübung und dem Pupillarrand erkennen läßt, *indem dieser einen leichten Schatten auf die in einiger Entfernung dahinter liegende Linsentrübung wirft*[1]), im dritten Stadium, dem der operativen Reife, ist dagegen die Linsentrübung bis an die Kapsel und damit bis an den Pupillarrand herangerückt, so daß dieser keinen Schatten mehr wirft."

Ferner sagt er, wenn die Streifen, Punkte und Flecken sich ganz zur Linsenkapsel ausbreiten, löse sich die Rinde bei der Operation nahezu vollständig von der Kapsel. Nach *Haab* ist also der Star zur Operation „reif", wenn Trübungen die Kapsel erreicht haben, auch wenn die Linse im übrigen größtenteils noch klar ist.

Diese letztere Zusammenstellung von Zitaten aus den gebräuchlichen Lehrbüchern *(Axenfeld, Vossius, Fuchs, Heß* [Handbuch], *Römer, Schmidt-Rimpler, Knies, Schweigger, Haab)* ergibt somit übereinstimmend, daß die Trübung *unmittelbar unter der Kapsel* als das Endstadium der Katarakt bezeichnet wird.

III. Bisherige Untersuchungsmethoden.

Förster machte seine Untersuchungen an herausgenommenen Leichenlinsen. Er legte dieselben in Uhrschälchen oder in die tief ausgeschliffene und mit Glaskörper gefüllte Höhlung einer Glasplatte. Die Höhlung verschloß er durch eine kleine mit Lack angeklebte Glasscheibe. So gewann er Präparate, die sich makroskopisch gut von allen Seiten betrachten ließen. Dann betrachtete er eingebettete Linsen unter dem Mikroskop mit schwacher Vergrößerung. Eine Linse mit grau-nebligem Gürtel um den Kern beschreibt er bei solcher Untersuchung folgenderweise: „Wenn man ein Mikroskop mit

[1]) Im Original nicht gesperrt.

schwacher Vergrößerung versehen (60—100) auf einen solchen Kernrand einstellt und den Tubus allmählich senkt, so kommen nach und nach die verschiedenen Schichten dieser Region in den Fokus, und man kann den Nebel als aus Tröpfchen bestehend deutlich erkennen. Zunächst tritt die Kapseloberfläche in der Regel durch Staub und Chorioidealpigmentmoleküle etwas verunreinigt ins Gesichtsfeld, dann die Zellen der vorderen Kapsel, hierauf die oberflächlichen Kortikalfaserzüge. Wenn diese verschwunden sind, so erscheinen die zerstreuten Fett-Tröpfchen, deren Sichtbarwerden, da sie der konvexen Kernoberfläche aufliegen, im Gesichtsfeld nach der Seite hin, wo der Linsenrand liegt, fortrückt. Dies Fortrücken geht dann in entgegengesetzter Richtung vor sich, so wie der Fokus auf die hintere Kernoberfläche trifft. Bei dieser Art, den Nebel zu untersuchen, zeigt es sich auch, daß die Schicht, welcher die Tröpfchen angehören, eine merkbare Dicke hat."

Am Lebenden untersuchte *Förster* kataraktöse Linsen mittels „eines durch eine Lupe erzeugten konvergenten Strahlenbündels".

Becker untersuchte ein großes Material von Flächen- und Schnittpräparaten von Linsen, welche meistens wegen Katarakt extrahiert worden waren. Ferner machte er Zupfpräparate. Ueber die mikroskopische Technik gibt er genaue Vorschriften.

Magnus stellte nur klinische Untersuchungen an und verwendete in ausgedehntem Maße den Lupenspiegel. Er sagt darüber folgendes: „Die Lupenuntersuchung mit durchfallendem Licht gewährt den ganz außerordentlichen Vorteil, die zum Altersstar führenden pathologischen Veränderungen im lebenden Auge studieren zu können. Und deshalb bildet sie neben der mikroskopischen Untersuchung eine für die Erkenntnis der Starentwicklung nicht allein hochwichtige, sondern unentbehrliche Untersuchungsmethode. Die Verbindung der Lupe mit dem durchfallenden Licht ist für die Untersuchung der in der Linse sich abspielenden pathologischen Vorgänge von größter Wichtigkeit. Die Stärke der Vergrößerung, welche ich mittels Kombination verschiedener Konvexgläser hauptsächlich benutzt habe, beträgt 6—11. Bei solcher Kombination (Brillengestell vor dem untersuchenden Auge) habe ich unter Umständen eine zwanzigfache Vergrößerung benutzt. In der Regel verwende ich für die Untersuchung der Linse zuvörderst eine geringere Vergrößerung, wie ich sie durch Kombination von + 3½ und + 4 erziele; es ergibt diese Zusammenstellung eine etwa sechsfache Vergrößerung. Habe ich mich mit dieser Kombination über die etwaigen Veränderungen der Linse im allgemeinen unterrichtet, so benutze ich zur spezielleren Untersuchung einzelner Teile stärkere Vergrößerungen. Die Lupenuntersuchung der Linse ist eine recht schwierige. Besonders gilt dies von solchen Linsen, in denen eine Katarakt noch in den Entwicklungsstadien begriffen ist. Gerade die frühesten Phasen der Starbildung sind so zarter Natur, daß schon eine gewisse Uebung dazu gehört, ihrer ansichtig zu werden. Während man bei den deutlicher in Erscheinung tretenden Veränderungen bald die richtige Entfernung, in der man dieselben zu untersuchen hat, findet, fällt es für die feineren Anfangsveränderungen des Stares oft ungemein schwer, ohne weiteres zu wissen, wie man auf dieselben einstellen soll. Mit einer überraschenden Klarheit zeigen sich übrigens die feineren Veränderungen, wenn man dieselben in der Weise untersucht, daß der weiße Reflex der Papille den Hintergrund für dieselben bildet. Sodann ist es ratsam, den Spiegel öfters leichte Drehungen machen zu lassen; es treten dadurch Veränderungen deutlich in Erscheinung, welche bei einem anderen Lichteinfall wenig oder gar nicht bemerkbar waren. Uebrigens empfiehlt es sich, bei Linsenuntersuchungen den lichtschwachen Planspiegel zu benutzen; der lichtstarke Konkavspiegel ist eben wegen seiner Lichtstärke für die Untersuchung feinerer Trübungen weniger geeignet."

Ob und wie weit *Magnus* die Pupille erweiterte, wird nicht angegeben.

Handmann untersuchte lediglich Patienten, welche seine Sprechstunde aufsuchten. Mydriasis (Homatropin-Kokain) erzeugte er meist nur bei den

Fällen mit zentraler Trübung, um dadurch besseren Einblick ins Augeninnere zu erhalten. Im übrigen verwendete er den Lupenspiegel.

Haubach untersuchte alle seine 120 Fälle in Atropinmydriasis. Er verwendete Lupenspiegel und Binokularlupe.

Heß (im Handbuch 1911) betont, daß zu einer genügenden Untersuchung der Linse auf krankhafte Veränderungen die künstliche Pupillenerweiterung unerläßlich sei. Als Mydriaticum empfiehlt er Homatropin oder Euphthalmin (eventuell in Verbindung mit Kokain). Neben der Untersuchung mit Plan- und Lupenspiegel beschreibt er folgende eigene Methode: „In mehreren von mir beobachteten Fällen waren bei der Untersuchung mit dem Lupenspiegel nur wenige klare Spalten sichtbar, wenn ich eine gewöhnliche Mattglasglühlampe als Lichtquelle benutzte, dagegen wurden die Spalten deutlicher, und auch in größerer Zahl sichtbar bei Benutzung einer sehr kleinen, angenähert punktförmigen Lichtquelle. Bei geeigneter Untersuchung mit intensiver seitlicher Beleuchtung zeigt sich, daß das vordere Rindenbildchen entsprechend den fraglichen Spalten wesentlich weniger hell zu erscheinen pflegt als in der Umgebung, daß aber die Chagrinierung des Kapselepithels auch über diesen Stellen meist deutlich sichtbar ist, wovon man sich mit der *Czapski*schen Lupe überzeugen kann. Daraus geht hervor, daß hier von den dicht unter dem Epithel gelegenen Schichten weniger Licht zurückgeworfen wird als normal, wie es der Fall sein muß, wenn sich an Stelle der normalen Fasern weniger stark lichtbrechende Substanz befindet, sei es, daß in den Spalten zwischen den Fasern sich klare Flüssigkeit angesammelt hat, sei es, daß gewisse Fasergruppen mehr von Flüssigkeit durchtränkt sind als ihre Nachbarn."

Ferner findet *Heß*, daß nicht selten bei Beobachtung mit einem einfachen genügend lichtstarken elektrischen Planspiegel aus ½—1 m Entfernung Unregelmäßigkeiten in der Brechung sichtbar werden, von welchen bei Untersuchung mit dem Lupenspiegel nichts wahrzunehmen ist.

Bei der Untersuchung mit der *Zeiß*schen Binokularlupe zur seitlichen Beleuchtung wendet *Heß* einen in passendem Gehäuse eingeschlossenen Nernstglühfaden an, dessen Licht durch eine kleine Linse leicht in gewünschter Stärke auf das Auge gesammelt werden kann. „Es ist oft überraschend, wie deutlich jetzt feine Veränderungen an der Linse sichtbar werden, die bei keiner der sonst benutzten Untersuchungsmethoden sich haben feststellen lassen."

IV. Kritik der bisherigen Untersuchungen.

Bei den meisten Untersuchungen über Lokalisation des beginnenden Altersstars können wir die Vermutung nicht unterrücken, daß die Untersucher sehr oft unter dem Einfluß ihrer Hypothesen über die Entstehung des Altersstars stehen.

Wohl am wenigsten beeinflußt von hypothetischen Erwägungen sind *Försters* Untersuchungen. Die von ihm angewendete Methode hat bei einem so zarten Gebilde wie der Linse den Vorzug, daß künstliche Veränderungen, insbesondere durch Konservierungsflüssigkeiten, vermieden werden. Dabei ist allerdings zu beachten, daß postmortale Veränderungen sogar bei der *Förster*schen Methode Anlaß zu unrichtigen Beobachtungen geben können, sofern nicht unmittelbar nach dem Tode untersucht wird. (Ein Moment, auf das *Förster* unseres Erachtens zu wenig Gewicht gelegt hat.)

Die mit dieser Methode *Försters* festgestellte Tatsache, daß der Altersstar in den tiefen Rindenschichten beginne, stimmte über-

ein mit der Beobachtung, daß bei fokaler Beleuchtung die Trübungen immer einen deutlichen Abstand von der Pupillarebene zeigten.

Zur klinischen Feststellung der beginnenden feinsten Linsentrübungen ist wohl die von *Magnus* zuerst geübte Lupenuntersuchung der lebenden Linse die beste Untersuchungsmethode. Mit Hilfe des Lupenspiegels zerlegte *Magnus* den Altersstar in seine feinsten Elemente. Indem er aber dabei sowohl die fokale als auch die anatomische Untersuchung vernachlässigte (in seiner ganzen Arbeit erwähnt er dieselben nirgends), übersah er die von *Förster* festgestellte klare Rindenschicht. Bezeichnend für die Einseitigkeit der von *Magnus* angegebenen Methode, welche keine genaue Lokalisation gestattet, ist seine eigene Bemerkung, daß man sich vor Verwechslung von Linsentrübungen mit Verunreinigungen der Hornhautoberfläche zu hüten habe. Da er die Hypothese aufstellte, die Ursache des Altersstars liege in der Stauung der Lymphe, deren Eintrittspforten er am Linsenäquator annimmt, so drängt sich die Vermutung auf, daß seine Befunde durch diese Hypothese nicht unbeeinflußt blieben.

Alle späteren Untersucher nahmen als feststehende Tatsache an, daß der Altersstar in der Regel am Linsenäquator im Sinne von *Heß* unter der Kaspel beginne. Ausnahmen machten nur *Schweigger*, *Knies*, ferner im Jahr 1912, wie *Handmann* bemerkt, „sogar noch“ *Birnbacher*, welche nach wie vor den vorwiegend supranuklearen Beginn des Altersstars betonten.

Die heute wohl vorherrschende Theorie über die Ursache des Altersstars ist die *Heß-Römer*sche Toxintheorie. *Heß* vermutet, „daß unter der Einwirkung von außen in die Linse eindringender Schädlichkeiten zunächst die Epithelzellen der Vorderkapsel in größerem oder geringerem Umfange absterben, und daß durch diese Veränderung der Verhältnisse die zur Trübung führenden Vorgänge in den Linsenfasern eingeleitet werden“. Nach *Heß* existieren zahlreiche mikroskopische Befunde von beginnendem subkapsulärem Altersstar. Der Beginn sei in diesen Präparaten charakterisiert durch Aufquellung der äquatorialen Linsenfasern, wodurch die mannigfachsten Formen erscheinen können, durch Lückenbildung zwischen den Fasern und besonders auch durch Veränderungen des Kapselepithels. Leider ist in diesen Befunden (abgesehen von Bildern von degeneriertem Kapselepithel) keine Abbildung beigegeben, welche bei der außerordentlichen Häufigkeit dieser senilen Starform zu begrüßen wäre, während wir umgekehrt von der angeblich seltenen supranuklearen Form eine recht große Zahl von vorzüglichen Abbildungen vorfinden. Auffallenderweise vermissen wir eine solche Wiedergabe des mikroskopischen Befundes beim beginnenden Altersstar nicht nur bei *Heß*, sondern auch bei allen anderen Vertretern der *Heß-Römer*schen Toxintheorie (*Bach*, *Römer*).

Bei Schnittpräparaten von Linsen, welche den Härtungs- und Färbeprozeß durchmachten, ist es oft schwer zu entscheiden, was Kunstprodukt ist oder nicht. Ein Schüler *Peters*, *Hikida*, untersuchte in verschiedenen Härtungsmitteln gehärtete Tierlinsen, wobei er fand: „daß kaum eine Linse ganz den normalen Verhältnissen entsprach, indem Spalträume mit gefärbtem und ungefärbtem Inhalt und erhebliche Unterschiede in der Intensität der Färbungen fast überall zu bemerken waren. Die Form und der Inhalt mancher dieser Spalten sind durchaus identisch mit dem, was wir bei kataraktösen menschlichen Linsen öfters sehen können, und da sie nur bei bestimmten Härtungsmitteln und nicht bei allen untersuchten Tierarten auftreten, so müssen sie mit Sicherheit auf den Härtungsprozeß, d. h. auf Verdichtungen der Linsensubstanz zurückgeführt werden".

Auch scheint es uns fraglich, ob den Veränderungen des Kapselepithels eine große Bedeutung beizumessen ist. *Kuwabara* (1910) kommt zum Schluß, „daß sowohl die Ernährung der Linse durch die biologische Tätigkeit seitens der Kapselepithelien, als auch die Schutzwirkung derselben für die Linse zurückzuweisen ist". Durch Versuche mit Linsen, deren Kapsel er partiell entfernt hatte, wies er nach, „daß das Kapselepithel die Linse nicht nur nicht vor dem Eindringen der für sie isotonischen Kochsalzlösung schützen konnte, sondern sich selbst schnell durch dieselbe trübte und das Eiweiß aus der Linse heraustreten ließ", während Linsen mit intakter Kapsel klar blieben.

Heß bemerkt: „Daraus, daß bei Durchleuchtung die Linse klar und durchsichtig erscheint, darf man nicht auf einen völlig normalen anatomischen Befund schließen: man findet gelegentlich auch in klar erschienenen Linsen mehr oder weniger ausgedehnte Kapselepithelwucherungen. Eine scharfe Scheidung zwischen senilen, klinisch normal erschienenen Linsen und solchen mit beginnendem Star ist anatomisch nicht durchführbar."

In seinen „Bemerkungen zu einigen neueren Aufsätzen über die Pathologie der Linse" verzichtet *Heß* auf eine eingehendere Kritik der Arbeit *Kuwabaras*, da derselbe ihm eine Theorie zuschreibe, der er *(Heß)* gar nie aufgestellt habe. *Heß* weist nach, daß er im Gegenteil die Möglichkeit einer gleichzeitigen Einwirkung der Schädlichkeiten auf Epithelzellen und Linsenfasern (gelegentlich seiner Untersuchungen über Blitzstar) offen gelassen hat.

Die klinische Hauptstütze der *Heß*schen Auffassung des subkapsulären Beginns des Altersstars liegt in der oben zitierten Beobachtung, daß das vordere Rindenbildchen über sog. Wasserspalten weniger hell erscheint als in der übrigen Linse, während der Epithelchagrin überall sichtbar sei. *Heß* schließt aus dieser Beobachtung, daß die Spalten direkt unter der Kapsel liegen müssen. Indessen scheint uns dieser Befund auch eine andere Deutung zuzulassen, indem sich (nach *Heß*) nicht nur die Kapsel, sondern auch die Rindenschichten an dem Entstehen des Bildchens beteiligen,

so daß die Erscheinung auch bei nicht subkapsulär gelegenen Wasserspalten auftreten könnte.

Unserer Ansicht nach liegt ferner ein auffallender Widerspruch darin, wenn einerseits die Anhänger der Toxintheorie den subkaspulären Beginn der Trübungen annehmen; andrerseits aber in sämtlichen Lehrbüchern die Reife des Stars nach dem von der Iris auf die getrübte Schicht geworfenen Schlagschatten beurteilt wird (siehe oben), der erst dann ganz verschwindet, wenn die Trübungen die vordere Kapsel erreichen. Es spricht doch nichts dagegen, daß die ersten Veränderungen in denselben Schichten auftreten, in denen sich später die groben, schon bei fokaler Beleuchtung sichtbaren Trübungen vorfinden; nämlich in den tiefen Rindenschichten.

Die Frage nach der *Häufigkeit* des Altersstars ist vor uns auffallenderweise nicht zu entscheiden versucht worden; trotzdem sie für die Feststellung der Genese von großer Bedeutung ist. Es mag das an der Schwierigkeit liegen, ein großes im übrigen nicht augenkrankes Personenmaterial zu beschaffen, bei welchem die unerläßliche Bedingung erfüllt werden kann, bei vollständiger Mydriasis zu untersuchen.

Da der Durchmesser der über 60 Jahre alten Linse im Mittel 9 mm beträgt, so ist zur Erkennung der feinsten peripheren Trübungen eine Pupillenweite von 9 mm nötig, welche auch über die peripheren vorderen Linsenteile einigermaßen eine Uebersicht gestattet. Auch bei einer scheinbaren Pupillenweite von 9 mm kann immer noch nicht von einer absoluten Erfüllung dieser Bedingung die Rede sein, wie man an iridektomierten Patienten feststellen kann. Es sei hier besonders betont, daß in der *Magnus*schen Arbeit von einer künstlichen Pupillenerweiterung überhaupt nicht die Rede ist. Untersuchungen über Häufigkeit und Lokalisation des beginnenden Altersstars, welche an Augen ohne Mydriasis angestellt wurden, sind aber wertlos.

V. Eigene Untersuchungen.

Nachdem Herr Dr. *Vogt*, Oberarzt der Augenabteilung der kant. Krankenanstalt, bereits selber auf Grund einer größeren Untersuchungsreihe (ca. 70 Personen) zu denselben Resultaten gelangt war, wie es die nachfolgenden Untersuchungen ergeben, stellte er mir die Aufgabe, eine größere Anzahl von 60 und mehr Jahre alten Personen auf beginnende Linsentrübungen hin zu untersuchen.

Unsere Untersuchungen machten wir an Insassen einer Anzahl aargauischer und bernischer Anstalten und Altersasyle. Im Kanton Aargau untersuchten wir Patienten der kant. Krankenanstalt, Insassen des Altersasyls in Muri, der Anstalt für Alte und Unheilbare Laurenzenbad und der Irrenanstalt Königsfelden. Im Kanton Bern untersuchten wir im stadtbernischen Altersasyl Kühlewil, im oberländischen Altersasyl in Utzigen, im oberaargauischen

Dettenbühl und im Altersasyl in Langenthal. In allen diesen Anstalten ließen wir uns (ohne eine besondere Auswahl zu treffen) eine Reihe von Leuten von 60 und mehr Jahren zuführen. Bettlägerige waren ausgeschlossen; ebenso Leute mit anderweitigen Augenleiden. Hingegen wurde auf Refraktionsfehler keine Rücksicht genommen.

A. Unsere Untersuchungsmethode.

Alle unsere Untersuchungen wurden bei künstlich erweiterter Pupille vorgenommen. Zu deren Erzeugung benutzten wir die Homatropin-Kokain-Oculets von Parke, Davis & Co. in London. Gewöhnlich genügte schon ¼—½ Tablette zur Erzielung der notwendigen Pupillenweite. Bei Verwendung einer so geringen Dosis Homatropin-Kokain ist die Gefahr eines schwer zu beseitigenden Glaukomanfalles geringer als bei Atropinanwendung. (Ein Oculet enthält Homatropine-Hydrochloride 0,00025 g, Kokain-Hydrochloride 0,00125 g).

Zur Beurteilung der Pupillenweite bedienten wir uns der *Haab*schen Pupillenskala.

Nach Erzielung einer genügend weiten Pupille wurde jede Linse untersucht:

1. Im auffallenden Licht mittels des durch eine Konvexlinse erzeugten Lichtkegels.

2. Im durchfallenden Licht mittels des *Haab*schen Augenspiegels.

3. Mit dem Lupenspiegel (*Haab*schem Augenspiegel mit vorgeschalteter Konvexlinse + 8).

In der kant. Krankenanstalt Aarau untersuchten wir eine größere Anzahl Fälle mit der Binokularlupe von *Heß* und mit dem neuen Modell des *Zeiß*schen binokularen Kornealmikroskops mit *Gullstrand*schem Beleuchtungsbogen.

Als Lichtquelle diente uns im Spital eine elektrische Mattbirne; in den übrigen Anstalten eine gewöhnliche Petroleumlampe. Das Petrollicht besitzt zu diesen Untersuchungen nach unseren Erfahrungen gegenüber dem intensiveren elektrischen Lichte den Vorteil, daß es feinere Trübungen deutlicher erkennen läßt.

Als angenähert punktförmige Lichtquelle im Sinne von *Heß* diente uns ein zu Cystoskopen und Rektoskopen gebräuchliches intensives Glühlämpchen, das von der Firma Löwenstein in Berlin bezogen und von der letzteren zu unserem Zwecke umgeändert wurde.

Von jedem untersuchten Fall machten wir Notizen und eine schematische Zeichnung.

Ferner untersuchten wir eine Anzahl Leichenlinsen verschiedenen Alters nach der von *Förster* angegebenen Methode ohne Deckglas.

B. Resultate unserer Untersuchungen an Lebenden

1. Häufigkeit der Linsentrübungen.

Die Resultate unserer Untersuchungen von 302 über 60 Jahre alten Personen sind in nachfolgender Tabelle zusammengestellt:

	Aargauisches Altersasyl Muri	Kant. Krankenanstalt Aarau	Kant. Irrenanstalt Königsfelden	Stadtbern. Altersasyl Kühlewil	Anstalt Laurenzenbad	Oberländisches Altersasyl Utzigen	Oberaargauisches Altersasyl Dettenbühl	Altersasyl Langenthal	Total	Prozent	
perierter Star	—	—	—	1	3	—	—	—	4	1,32	
tal-Star	—	—	2	—	2	2	—	—	6	1,99	
übungen bei fokaler Beleuchtung sichtbar . .	45	36	29	30	16	13	7	7	183	60,6	291 96,36 pCt.
st im durchfallenden Licht	6	8	5	5	1	2	2	—	29	9,6	
ır mit Lupenspiegel .	10	13	19	9	8	2	5	3	69	22,85	
berhaupt keine Trübungen	8	1	1	—	—	1	—	—	11	3,64	
tal	69	58	56	45	30	20	14	10	302	100	
egen ungenügend erweiterter Pupille fallen außer Betracht	3	2	2	2	—	1	—	—	10	—	

Unter den 302 Untersuchten fanden wir bei 291 oder 96 pCt. Linsentrübungen, welche graduell verschieden waren, so daß zahlreiche Uebergänge vorhanden waren von der reifen, beziehungsweise operierten Katarakt bis zu den feinsten punktförmigen Trübungen.

Nur 11 oder 3,6 pCt. hatten keine ophthalmoskopisch nachweisbaren Trübungen. Unter diesen befanden sich drei über 70 Jahre alte Personen. Das Durchschnittsalter der 11 negativen Fälle beträgt 66 Jahre.

Bei 10 Personen war es uns nicht möglich, die enge Pupille einigermaßen hinreichend zu erweitern, weshalb wir dieselben von der Untersuchung ausschlossen.

Ueberhaupt bildete die rigide Iris des alten Auges oft eine Erschwerung der Untersuchung, und in vielen Fällen mußten wir uns mit einer Pupillenweite von 6—7 mm zufrieden geben. In einzelnen Fällen wurde die Pupille 9—10 mm weit.

Wenn man die Zahlen aus den verschiedenen Anstalten miteinander vergleicht, so findet man ziemlich übereinstimmende Resultate für die Untersuchten des Kantons Aargau wie für die der Stadt Bern und des Berner Oberlandes. Damit könnte ein allfälliger Einwand, daß die Häufigkeit der beginnenden Linsentrübungen in verschiedenen Gegenden verschieden sei, widerlegt werden.

2. Parallelismus mit anderen Leiden.

Im Spital Aarau untersuchten wir einerseits Patienten der medizinischen Abteilung, Tuberkulöse, Herzkranke usw., auf der chirurgischen Abteilung mehrere Patienten mit Krebskachexie, und andrerseits auf der chirurgischen Abteilung Leute, welche an einem zufälligen Leiden, Fraktur, Hernie, Unfallverletzung usw. litten, also im übrigen gesund waren.

Bei beiden Kategorien war das Verhältnis der Linsentrübungen dasselbe, und eine Abhängigkeit vom körperlichen Allgemeinzustand war weder in Bezug auf die Häufigkeit, noch die Intensität der Trübungen zu ersehen. Ja oft hatte ein Patient mit schwerer Krebskachexie nur mit dem Lupenspiegel erkennbare Trübungen, während ein gesunder rüstiger Arbeiter schon bei fokaler Beleuchtung grobe Trübungen aufwies.

Ebenso war das Verhältnis bei den Geisteskranken in Königsfelden nicht ein anderes als bei den übrigen Untersuchten.

In den Altersasylen untersuchten wir zudem ganz gesunde Leute, die einfach ihres Alters wegen in der Anstalt versorgt waren und oft noch in ihrem Beruf beschäftigt waren oder Landarbeiten verrichteten.

Im ersten Teil unserer Untersuchungen richteten wir unsere Aufmerksamkeit besonders auch auf Struma. Wir konnten jedoch keinen Unterschied feststellen zwischen Leuten aus kropffreien Dörfern des Kantons Aargau und solchen aus kropfverseuchten. Auch hier kam es oft vor, daß ein Kropfträger geringste Trübungen aufwies, ein Kropffreier dagegen ausgedehnte Katarakt zeigte.

3. Parallelismus mit anderen Alterserscheinungen.

Anfangs notierten wir bei jedem Fall die Farbe der Haare, bald wurde uns klar, daß auch das Ergrauen der Haare mit Linsentrübungen nicht parallel geht.

Ebenso fanden wir kein Zusammengehen mit anderen Altersveränderungen des Auges. Bei einem Fall ohne jede Trübung bestand z. B. sehr ausgedehnter Arcus senilis und Synchysis scintillans des Glaskörpers.

Somit blieb als einzig allen Gemeinsames nur das Alter an und für sich.

4. Verschiedene Formen der Linsentrübungen.

Die beginnenden Linsentrübungen treten unter den mannigfachsten Formen auf. Dieselben sind schon von *Förster*, *Magnus* u. A. so genau beschrieben worden, daß man deren Beobachtungen nur wiederholen kann. Wir fanden speichenförmige Trübungen von den feinsten, nur mit dem Lupenspiegel sichtbaren, bis zu den groben, die oft zu sektorenförmigen Trübungen zusammenfließen. Mit dem Lupenspiegel erscheinen feine Speichen oft als klare Spalten, die aus feinen Tröpfchen zusammengesetzt sein können. Die Speichen und Spalten sind meist radiär angeordnet, können

aber auch ganz unregelmäßig verlaufen. Wir sahen spalten- und strichförmige Trübungen, welche die ganze Linse durchzogen. Die Spalten erscheinen besonders schön beim Rotieren des Spiegels; sie zeigen dann wechselnde Reflexe und Schatten.

Mit dem Lupenspiegel sahen wir mehrmals bei genügender Pupillenweite feinste konzentrische spindelförmige Spältchen am Kernäquator. Ferner oft kleinste Pünktchen, die in ihrer Gesamtheit wie Ruß aussehen können. Ferner feinste Tröpfchen oder größere klare Kügelchen, die schon ohne Lupenspiegel sichtbar waren.

In drei Fällen fanden wir Trübungen im axialen Teil der Linse, welche im fokalen Licht Fleckenform hatten, im durchfallenden Licht dagegen als klare Tropfen und Kugeln erschienen. (*Magnus* beschreibt diese Form der Linsentrübungen als Typus des Beginns am Linsenpol, und *Greeff* gibt davon ein schönes Bild.)

5. Lage der Trübungen in Bezug auf die Linsenkapsel.

Besondere Aufmerksamkeit widmeten wir stets der Lage der Trübungen in Bezug auf die Linsenkapsel. Das Ergebnis war, daß in fast allen Fällen (mit Ausnahme fortgeschrittener und reifer Stare) bei der Untersuchung mit fokalem Licht ein deutlicher Abstand der Trübungen von der Pupillarebene zu konstatieren war. Ganz selten erreichten die Trübungen bei beginnendem Katarakt fast ganz die vordere Kapsel. Dabei ist zu bedenken, daß die Dicke der Kapsel nicht in Betracht fällt (denn dieselbe beträgt beim Erwachsenen am Aequator $^{7}/_{1000}$ mm und am vorderen Pol $^{16}/_{1000}$ mm), und daß der Irisrand auch bei erweiterter Pupille der Kapsel aufliegt. Auch bei sehr ausgedehnten Trübungen und fast reifen Staren war zwischen Irisrand und getrübten Schichten oft noch eine ganz klare Rindenschicht vorhanden.

Wo jedoch subkapsuläre Trübungen vorhanden waren, bestanden solche auch gleichzeitig in den tiefen Rindenschichten. Die bei mäßig entwickelter Katarakt häufigen sog. Chagrinvakuolen sind in dieser Arbeit nicht berücksichtigt, und es sei in dieser Beziehung auf die demnächst erscheinende Arbeit von Dr. *A. Vogt* verwiesen.

Da die Rinde am Linsenäquator am dicksten ist und gegen die Pole zu immer dünner wird, so ist der Abstand der Trübungen vom Irisrand je nach der Weite der Pupille verschieden. Denn die Trübungen liegen hauptsächlich der Kernoberfläche auf, bzw. gehören den tiefen Rindenschichten an.

In mehreren Fällen war bei fokaler Beleuchtung peripher von den Trübungen noch ein dunkler schwarzer freier Rand zu sehen. Der Kern erschien in diesen Fällen grau-gelb. Dem entsprechend erschien im durchfallenden Lichte im Zentrum der dunkelrote Kern und um diesen herum als hellrot aufleuchtender Rand die Rinde. Dabei oft in der Grenzzone der Kranz der Trübungen. Solche Beobachtungen waren allerdings nur bei maximal erweiterter Pupille möglich.

Bei den 98 Fällen, in denen mit fokaler Beleuchtung keine Trübungen sichtbar waren, wurden solche erst im durchfallenden Licht oder mit dem Lupenspiegel entdeckt. In einer großen Anzahl dieser Fälle (besonders bei solchen mit gut erweiterter Pupille) war jedoch im durchfallenden Licht außerhalb der Trübungen ein peripherer freier Rand zu sehen. In den übrigen Fällen ist die Beurteilung der Lage der Trübungen in Bezug auf die Kapsel nicht möglich.

6. Verteilung der Trübungen auf die verschiedenen Regionen der Linse.

Wie anderen Untersuchern fiel auch uns die häufige Lokalisation der Trübungen in der unteren Linsenhälfte auf. Dieses Vorwiegen gilt aber nach unseren Erfahrungen mehr für die groben speichen- und wolkenförmigen als für die feineren Trübungen, welche meistens kranzförmig um die ganze Kernperipherie herum angeordnet sind. Aber auch bei den aus kurzen Speichen oder Pünktchen bestehenden Kränzen um den Kern waren die Trübungen im unteren Linsenabschnitt meistens stärker ausgebildet als im oberen.

In einem Fall waren beiderseits ringsum radiäre (mit dem Lupenspiegel aus Tröpfchen bestehende) klare Spalten vorhanden; nasal unten aber fanden sich beiderseits grobe, bei fokaler Beleuchtung sichtbare, weiße Speichen, die im durchfallenden Licht schwarz erschienen; hier waren sie also am weitesten vorgeschritten.

Ein Bild, das uns sehr häufig begegnete, waren grobe Speichen oder Wolken beiderseits nasal unten.

Ueber die vorwiegende Lokalisation der Trübungen in 513 untersuchten Linsen haben wir folgende Tabelle zusammengestellt:

Trübungen vorwiegend	Muri	Aarau	Königsfelden	Kühlewil	Laurenzenbad	Utzigen	Dettenbühl	Langenthal	Total	Prozent	
Diffus (oder Totalstar) . . .	9	1	8	4	11	3	—	—	36	7,02	
Axial (am Kernpol)	5	1	—	3	—	—	—	—	9	1,75	
Zirkulär (um den Kernäquator)	40	41	40	18	20	18	9	6	192	36,26	
Temporal	6	3	3	1	1	—	2	—	16	3,12	
Nasal	1	—	—	1	2	—	—	—	4	0,78	
Oben	1	1	1	5	—	—	—	—	8	1,56	
Oben nasal.	2	2	1	—	—	—	—	—	5	0,97	30
Oben temporal	6	2	4	1	1	—	3	—	17	3,31	5,85 p
Unten	26	15	26	28	—	4	4	5	108	21,05	
Unten nasal	15	21	14	15	19	8	5	6	102	19,88	226
Unten temporal	4	4	—	2	13	2	1	—	16	3,12	44,05 p
Total	115	91	97	77	57	35	24	17	513	100	

Zum Vergleich geben wir eine Zusammenstellung von *Handmann*. Derselbe fand von 1029 Trübungsgruppen:

Unten	43,45 pCt.
	(davon unten nasal 10,5 pCt.)
Oben	5,16 pCt.
Nasal / Temporal	16,72 „
Diffus	4,37 „
In der ganzen Peripherie	7,39 „
Zentral	19,14 „
Supranukleär	2,14 „

„Zentral" bei *Handmann* entspricht unserm axial. Während sich unsere Zusammenstellung auf die vorwiegende Lokalisation der Gesamttrübungen in den einzelnen Linsen bezieht, also für jede einen Gesamteindruck wiedergibt, gilt *Handmanns* Statistik für einzelne Trübungsgruppen. Der Grund für den Unterschied zwischen unseren Resultaten und denen von *Handmann* liegt aber nicht darin, sondern in der verschiedenen Untersuchungsmethode. Weil *Handmann* nicht regelmäßig die Pupille erweiterte, fand er nur in 7,39 pCt. in der ganzen Peripherie verteilte Trübungen, während wir in 36,26 pCt. die Trübungen um die ganze Kernperipherie herum fanden.

Die hohe Zahl von axialen (19,4 pCt. bei *Handmann*, 1,75 pCt. bei uns) erklärt sich daraus, daß *Handmann* nur Patienten untersuchte, welche seine Sprechstunde aufsuchten. Unter diesen befand sich naturgemäß eine große Anzahl von zentralen Trübungen.

Für „unten" stimmen unsere Resultate mit denen von *Handmann* überein.

Für „vorwiegend unten nasal" fanden wir eine relativ sehr große Zahl, nämlich 19,88 pCt. *Handmann* fand 10,5 pCt. unten nasal. *Hirschberg* bemerkte 1901, daß die keilförmigen Trübungen immer unten beginnen und *Greene* erwähnte 1908, der Star könne bei mehr als 95 pCt. aller Rindenstare im inneren unteren Drittel oder der unteren Hälfte gefunden werden (nach *Heß*).

Für die Begriffe subkapsulär und supranuklear seiner Statistik gibt *Handmann* keine Begründung.

Wir hatten, wie die früheren Untersucher auch, den Eindruck, daß die hintere Rinde vor der vorderen bevorzugt werde. Meistens waren die Trübungen in der hinteren Rinde intensiver ausgebildet; sehr selten aber nur vorn oder nur hinten.

7. Uebergänge von Kernzeichnung in wirkliche Trübungen.

Bei nahezu allen Untersuchten war die Oberfläche des senilen Kerns bei fokaler Beleuchtung schön zu sehen und zeigte seidenartigen Glanz und radiäre Zeichnung. Dieses Kernbild zeigte immer einen geringeren oder größeren Abstand von der Pupillaraebene. In manchen Fällen konnte man bei fokaler Beleuchtung auf der Kernoberfläche klare „Wasserspalten" sehen, die aber bei anderem

Lichteinfall als graue Speichen erschienen. Bei der Untersuchung im auffallenden Licht war man in solchen Fällen manchmal im Zweifel, ob es sich um wirkliche Trübungen handle oder nicht, und sah erst im durchfallenden Licht teilweise dunkle Speichen.

8. Gleichzeitiges Auftreten und gleiche Art und Lokalisation der Trübungen in beiden Augen.

Fast ohne Ausnahme fanden sich die Trübungen jeweilen in beiden Linsen. Und zwar waren sie fast immer beiderseits von derselben Art. Ferner fiel die symmetrische Anordnung der Trübungen in beiden Linsen auf, z. B. beiderseits perinukleäre Kränze von Pünktchen oder kurzen Speichen, oder beiderseits symmetrisch gelegene intensive radiäre speichenförmige Trübungen, sehr oft unten nasal. Ferner beiderseits im axialen Teil der Linsenrinde klare Kügelchen. Auch die Intensität der Trübungen war meistens beiderseitig gleich.

Dieser Umstand, daß bei verschiedenen Menschen die Linsentrübungen verschiedene Art und Lokalisation zeigen, weist auf individuell verschiedene Anlagen hin.

9. Uebereinstimmung unserer Resultate mit denen Försters.

In Bezug auf die Lokalisation der beginnenden Trübungen beim Altersstar sind wir also zu Resultaten gelangt, welche ganz mit den von *Förster* im Jahre 1857 erhaltenen übereinstimmen und die schon von *Greeff* ausgesprochene Ansicht bestätigen, daß wir die Cataracta senilis als eine den übrigen Alterserscheinungen gleich zusetzende Veränderung betrachten müssen.

10. Alterstrübungen der Linse bei Leuten unter 60 Jahren.

Wenn wir die Cataracta senilis als eine reine Alterserscheinung auffassen, so sehen wir auch im häufigen Vorkommen vor 60 Jahren einerseits, und im gelegentlichen Fehlen jeglicher Linsentrübung selbst im höchsten Alter andrerseits nichts Besonderes, denn es liegt im Wesen der Altersveränderungen, daß sie bei dem einen Menschen früher auftreten als bei dem anderen. „Das Altern des Organismus in anatomischem Sinne ist keine streng an eine bestimmte Zahl gelebter Jahre gebundene Erscheinung, denn sie stellt sich bald oft erstaunlich früh ein und bietet uns dann das Bild eines Präsenilismus, dessen tiefere Ursachen sich schwer ganz ergründen lassen, bald bewahrt der Organismus sich eine Rüstigkeit bis in hohe Lebensjahre, die kaum die Merkmale des Alters in Erscheinung treten läßt.“ (Prosektor *Hart* in einem Aufsatz über Thoraxbau und tuberkulöse Lungenphthise.) Daß nicht alle alten Leute Linsentrübungen bekommen, ist also kein Argument gegen die Auffassung des Altersstars als reine Altersveränderung.

C. Resultate der Untersuchungen von Leichenlinsen.

Wir untersuchten eine Anzahl Linsen, welche Leichen von Personen jeden Alters entnommen waren, nach der von *Förster* an-

gegebenen Methode. Dabei wurde das Bild ein viel deutlicheres, als wenn man die herausgenommene Linse einfach gegen das Licht hält oder auf dunklem Grunde betrachtet, wie wir es zuerst taten, indem bei dieser Methode ausgesprochene Trübungen entgehen.

Zunächst fiel bei der makroskopischen Betrachtung der in Glaskörper eingebetteten Linse auf grauem Grunde die scharfe Differenzierung in Kern und Rinde bei alten Linsen auf. Während jüngere Linsen einen unmerklichen allmählichen Uebergang von gelbem Kern zu den weniger gefärbten Rindenschichten zeigten, waren bei älteren Linsen gelber Kern und blassere Rinde häufig scharf gegeneinander abgegrenzt.

Im Mikroskop bei schwacher Vergrößerung ließen sich das Linsenepithel, die Linsenfasern und Nahtstellen bei passender Abblendung stets schön einstellen.

Von Leichen über 60 Jahre untersuchten wir 10 Linsenpaare. Darunter waren bei 7 schon makroskopisch Trübungen sichtbar. Bei 5 von diesen saßen die Trübungen in Form feinerer und gröberer konzentrischer und radiärer weißer Striche um den Aequator des gelben Kerns, in den tieferen Rindenschichten; außerhalb der Trübungen fand sich stets noch eine Schicht wasserklarer Rinde. Unter dem Mikroskop sah man in diesen Fällen konzentrische und radiäre Spalten in den tiefen perinukleären Rindenschichten, die oft von braun erscheinenden körnigen Massen angefüllt waren. Einen der Fälle hatten wir vorher auch während des Lebens untersucht und auch damals die klare peripherеRindenschicht festgestellt.

Im sechsten Fall handelte es sich um einen perinukleären Kranz von kurzen breiten Speichen in der vorderen und hinteren Rinde mit vollkommen klarer peripherer Rindenschicht. Die Trübungen waren aber zum Teil noch nach Entfernung der weichen Rinde vorhanden, saßen also zum Teil wenigstens im Kern. Auch bei diesem Fall hatten wir die klare periphere Rindenschicht während des Lebens festgestellt.

Im siebenten Fall handelte es sich um Trübungen in Form radiärer Speichen in der vorderen und hinteren Rinde sehr nahe an der Kapsel.

In einem Falle von operiertem nahezu reifem Altersstar stellten wir im Mikroskop eine vollkommen klare periphere Rindenschicht fest, mit vollkommen intakter Struktur der Linsenfasern.

In den negativen Fällen sah man mikroskopisch allerdings auch konzentrische und radiäre Spältchen in den tiefen Rindenschichten bei denen man aber nicht wußte, ob es sich um Leichenerscheinungen handle oder nicht. Bei längerem Betrachten der Leichenlinsen beobachtete man nämlich stets postmortale Veränderungen: Spalten zwischen den Linsenfasern und vor allem ausgedehnte subkapsuläre Trübungen von Sternfigur, die unter dem Mikroskop aus feinen Tröpfchen zwischen den unter der Vorderkapsel gelegenen Linsenfasern bestanden und bald mehr zwischen den Nahtstellen, bald mehr um die Nahtstellen angeordnet waren. Nach

einigen Stunden war die Linse wieder klar und die Tröpfchen waren verschwunden. *Heß* machte eine ähnliche Beobachtung bei Kalbslinsen, die in Kochsalzlösung eingebettet waren.

VI. Zusammenfassung.

1. Bei 96 pCt. aller über 60 Jahre alten Leute finden wir klinisch Linsentrübungen.

2. Die Trübungen der beginnenden Katarakt liegen nicht direkt unter der Kapsel, sondern auf der Kernoberfläche oder in den tieferen Rindenschichten. Stets ist zwischen Kaspel und Trübungen noch eine klare Rindenschicht vorhanden. Wo subkapsuläre Trübungen vorhanden sind, bestehen solche auch in den tieferen Rindenschichten.

3. Wenn bei 96 pCt. aller alten Menschen Linsentrübungen vorhanden sind, so ist der Schluß naheliegend, daß die Cataracta senilis mäßigen Grades eine physiologische Altersveränderung vorstellt.

4. Daraus ergibt sich die praktische Folgerung, daß wir einen älteren Patienten mit beginnenden Linsentrübungen mit der Diagnose und Prognose Star nicht ängstigen dürfen, da bei 96 pCt. aller über 60 Jahre alten Personen überhaupt Linsentrübungen vorkommen und wir nicht imstande sind zu beurteilen, ob die Trübungen mehr oder weniger stationär bleiben, oder ob sie zunehmen und schließlich zum Totalstar führen werden.

Zum Schluß spreche ich Herrn Dr. *Vogt*, Oberarzt der Augenabteilung der kant. Krankenanstalt, meinen herzlichsten Dank aus für die Anregung zu meiner Arbeit und für seine fortwährende Hilfe. Den Herren Oberarzt Dr. *E. Bircher* und Oberarzt Dr. *Frey* und besonders auch Herrn Direktor Dr. *Fröhlich* danke ich für die Erlaubnis, Patienten der chirurgischen und medizinischen Abteilung der kant. Krankenanstalt und der kant. Heil- und Pflegeanstalt Königsfelden untersuchen zu dürfen. Ebenso danke ich Herrn Professor Dr. *C. Mellinger*, Direktor der Universitätsaugenklinik Basel, für sein der Arbeit entgegengebrachtes Interesse.

Literatur-Verzeichnis.

1. *Förster*, Zur pathologischen Anatomie der Katarakt. Arch. f. Ophth. Bd. 3. Abt. 2. 1857. 2. *Becker*, Zur Anatomie der gesunden und kranken Linse. Wiesbaden 1883. 3. *Magnus*, Die Entwicklung des Altersstares. Augenärztliche Unterrichtstafeln. Heft 2. 1892. 4. Derselbe, Pathologisch-anatomische Studien über die Anfänge des Altersstars. Arch. f. Ophth. Bd. 35. Abt. 3. 1889. 5. *Schön*, Die Ursache des grauen Stares. Arch. f. Ophth. Bd. 19. 1889. 6. Bericht über die 20. Versammlung der Ophth. Gesellschaft in Heidelberg 1889. Beilageheft zu den Klinischen Monatsblättern für Augenheilkunde. 27. Jg. Rostock 1889. 7. *Peters*, Pathologie der Linse. Lubarsch-Ostertag. 10. Jg. Ergänzungsband 1906. 8. Derselbe, Weitere Beiträge zur Pathologie der Linse. Klin. Monatsblätter f. Augenheilk. 42. Jg. Bd. 2. 1904. 9. *Greeff*, Die pathologische Anatomie des Auges. Berlin 1912. 10. *Heß*, Handbuch der gesamten Augenheilkunde. Leipzig 1911. 11. Derselbe, Ueber Linsentrübungen in ihren Beziehungen zu All-

gemeinerkrankungen. Sammlung zwangloser Abhandlungen. Halle 1896. 12. *Fuchs*, Lehrbuch der Augenheilkunde. Leipzig 1910. 13. *Ginsberg*, Grundriß der pathologischen Histologie des Auges. Berlin 1913. 14. *Bach*, Im Lehrbuch der Augenheilkunde von Axenfeld. Jena 1909. 15. *Vossius*, Lehrbuch der Augenheilkunde. 4. Aufl. 1907. 16. *Handmann*, Ueber den Beginn des Altersstares in der unteren Linsenhälfte. Klin. Monatsblätter für Augenheilkunde. 1909. 17. *Haubach*, Statistischer Beitrag zum Ort des Beginnes des Altersstars. Arch. f. Ophth. 1913. 18. *Kuwabara*, Hat das Kapselepithel eine sog. Schutzwirkung für dieselbe oder etwa Bedeutung für die Entstehung der Katarakt? Klin. Monatsblätter f. Augenheilk. 1910. 19. *Schmidt-Rimpler*, Augenheilkunde und Ophthalmoskopie. Berlin 1894. 20. *Römer*, Lehrbuch der Augenheilkunde. Berlin 1913. 21. *Heß*, Bemerkungen zu einigen neueren Aufsätzen über die Pathologie der Linse. Arch. f. Ophth. Bd. 69. 1911. 22. *Schweigger*, Handbuch der speziellen Augenheilkunde. Berlin 1893. 23. *Knies*, Grundriß der Augenheilkunde. Wiesbaden 1892. 24. *Birnbacher*, In Schwarz, Enzyklopädie der Augenheilkunde. Leipzig 1913. 25. *Hart*, Thoraxbau und tuberkulöse Lungenphthise. Beiblätter zur med. Klinik. Heft 11. 1912. 26. *Haab*, Atlas und Grundriß der Lehre von den Augenoperationen. Zürich 1904.